

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-211336

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G02B 27/46

27/00

H01L 27/14

H04N 5/335

V

G02B 27/00

J

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-20360

(22) 出願日 平成7年(1995)2月8日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 岡山 裕昭

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 山田 克

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 小野 周佑

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

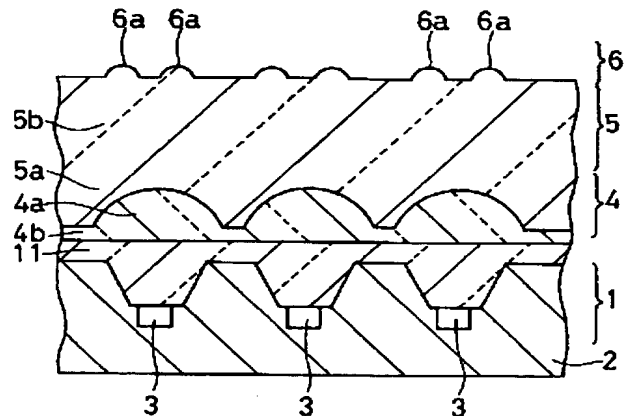
(54) 【発明の名称】 光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子

(57) 【要約】

【目的】 位相格子光学的ローパスフィルタを、CCDのマイクロレンズプロセスと同じ方法で作成可能な構成にすることによって、位置合わせ精度を高め、コストの低減を実現する。

【構成】 CCDの素子部1の上部に位置したレンズ層4の上部に、レンズ層4よりも屈折率の小さい樹脂の透明樹脂層5を設け、この上に格子形状層6を設け、かつレンズ層4と受光部3との間隔(従来通りのレンズ層4の上が空気の場合)を空気に換算した場合の必要距離を $L_o$ 、レンズ層4を透明樹脂層5で覆った場合のレンズ層4から受光部3までの空気に換算した必要距離を $L_u$ 、透明樹脂層5の屈折率を $n_{du}$ 、レンズ層4の屈折率を $n_{do}$ とすると、

$1 - (n_{do} - n_{du}) / (n_{do} - 1) < L_o \cdot (n_{do} - 1) / \{ L_u \cdot (n_{do} - n_{du}) \} < 1 + (n_{do} - n_{du}) / (n_{do} - 1)$  なる関係を満たす。



- |            |          |
|------------|----------|
| 1 素子部      | 5 透明樹脂層  |
| 2 半導体基板    | 5a 充填樹脂層 |
| 3 受光部      | 5b 本体層   |
| 4 レンズ層     | 6 格子形状層  |
| 4a マイクロレンズ | 6a 突起    |

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射光を受けて光電変換する素子部と、該素子部の上部にマイクロレンズを有するレンズ層とを備えた固体撮像素子であって、上記レンズ層の表面から該レンズ層の材料の屈折率よりも低い屈折率を有する透明樹脂で埋めた透明樹脂層を設け、該透明樹脂層の上に凹凸形状を有する格子形状層を設けたことを特徴とする光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 2】 上記素子部が受けた光により電荷を発生する複数の受光部と、各受光部で発生した電荷を転送する転送部とを半導体基板上に作り込んでなり、上記レンズ層を素子部上部に設け、該レンズ層を入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域ごとに行なわれるように構成した請求項 1 記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 3】 上記素子部上にカラーフィルタ層を設け、該カラーフィルタ層上部に位置する上記レンズ層が入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域ごとに行なわれるように構成した請求項 1 記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 4】 入射光を受けて光電変換する素子部と、該素子部の上部にマイクロレンズを有するレンズ層とを備えた固体撮像素子であって、レンズ層と素子部との間に透明樹脂材料からなる介在層を設け、上記レンズ層の表面から該レンズ層の材料の屈折率よりも低い屈折率を有する透明樹脂材料で埋めて透明樹脂層を設け、該透明樹脂層の上に透明樹脂で凹凸形状を有する格子形状層を設けたことを特徴とする光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 5】 上記レンズ層と素子部との間の介在層を上記マイクロレンズのドーム状部の材質で形成し、かつマイクロレンズが入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域ごとに行なわれるように形成した請求項 4 記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 6】 上記素子部とレンズ層との間にカラーフィルタ層を設けた請求項 4 または 5 記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 7】 上記マイクロレンズの屈折率を  $n_{d0}$ 、マイクロレンズを埋める透明樹脂層の透明樹脂の屈折率を  $n_{du}$  とし、マイクロレンズを透明樹脂で埋めなかった場合のレンズから素子部の光線受光面までの空気中に換算した場合の距離を  $L_0$ 、マイクロレンズを屈折率  $n_{du}$  の透明樹脂で埋めた場合のレンズから素子部の光線受光面までの空気中に換算した場合の必要な距離を  $L_u$  とするとき、光学的ローパスフィルタを構成する透明樹脂層、マイクロレンズ及び光線受光面間の屈折率及び距離の関係が式、

$$1 - (n_{d0} - n_{du}) / (n_{d0} - 1) < L_0 \cdot (n_{d0} - 1) / \{L_u \cdot (n_{d0} - n_{du})\} < 1 + (n_{d0} - n_{du}) / (n_{d0} - 1)$$

を満足する請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 8】 上記レンズ層を埋める透明樹脂層が赤外吸収性を有する請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 9】 上記レンズ層の下に設けた介在層が赤外吸収性を有する請求項 4 ～ 7 のいずれかに記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子。

【請求項 10】 固体撮像素子と、レンズ系とからなるビデオカメラであって、上記固体撮像素子が上記請求項 1、2、3 または 8 のいずれかに記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子であるビデオカメラ。

【請求項 11】 固体撮像素子と、レンズ系とからなるビデオカメラであって、上記固体撮像素子が上記請求項 4 ～ 6 のいずれかに記載の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子であるビデオカメラ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光学像を空間的に離散的なサンプリングを行う CCD などの固体撮像素子に関する。さらに詳細には、撮像面上に結像する被写体像のうち、固体撮像素子が分解できない高い空間周波数成分を除去するための光学的ローパスフィルタを設けた光学的ローパスフィルタ付き撮像素子とそれを用いたカメラレンズおよびビデオカメラに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】空間的に離散的にサンプリングを行う撮像素子では、分解できる空間周波数には上限があるため、限界を超える空間周波数成分は光学的ローパスフィルタによって除去あるいは減衰させている。この光学的ローパスフィルタとして水晶が用いられていたが、所望のローパス効果を得るためには、光学系中に水晶を配置する十分な空間が必要であり、また、水晶自体の価格が高価である。

【0003】そこで、近年、水晶を使用しないで、回折格子の一種である位相格子の回折効果を用いて光学的ローパス効果を得ることが提案されている。この従来の光学的ローパスフィルタとしての効果を有する位相格子を固体撮像素子と一体化する場合、ガラス等の基板に作成されたものを撮像素子のセンサ部分に後付けするものであった。例えば、特開平 5-273501 号公報に記載された図 7 に示すような、位相格子を固体撮像素子のセンサ部分に後付けするものがある。

【0004】上記従来の位相格子を用いた固体撮像素子を示す図 7 において、51 はセンサ部分で、その回りにビーズ状あるいは柱状のスペーサ 52 を設け、位相格子 53 をスペーサ 52 を介してセンサ部分 51 に対して固定する構成としている。さらに、これら位相格子を封止ガラス 54 によって固体撮像素子のパッケージ 55 に封入している。

## 【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の、光学的ローパスフィルタの効果を有する位相格子を撮像面の極近くに配置した固体撮像素子では、位相格子の周期性の方向と、撮像素子の画素の周期性の方向を高い精度で一致させることが必要である。しかしながら、光学的ローパスフィルタの封入の際に、センサ部 51 に対して傾いて取り付けられたり、あるいは光軸方向に対して回転したものとすることが可能であった。この光軸方向に対して傾き及び回転による取付誤差は、位相格子周期性が撮像素子の画素周期に対して所望の値からずれたものとなり、光学的ローパスフィルタの特性に誤差が生じるものであった。そこで、誤差を防ぐために、取付精度を高めると、取付の際のコストが高くなる原因となった。

【 0 0 0 6 】本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、CCDのマイクロレンズプロセスと同じ方法で作製可能な方法にすることによって、位置合わせ精度を高め、コストの低減を実現することができる位相格子の回折効果を用いた光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子を提供することを目的とする。

## 【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子は、入射光を受けて光電変換する素子部と、該素子部の上部にマイクロレンズを有するレンズ層とを備えた固体撮像素子であって、上記レンズ層の表面から該レンズ層の材料の屈折率よりも低い屈折率を有する透明樹脂で埋めた透明樹脂層を設け、該透明樹脂層の上に凹凸形状を有する格子形状層を設けたことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】上記構成の固体撮像素子においては、素子部が受けた光により電荷を発生する複数の受光部と、各受光部で発生した電荷を転送する転送部とを半導体基板上に作り込んでなり、上記レンズ層を素子部上部に設け、該レンズ層を入射光の上記受光部への集光が各受光

$$1 - (n_{do} - n_{du}) / (n_{do} - 1) <$$

$$L_o \cdot (n_{do} - 1) / \{ L_u \cdot (n_{do} - n_{du}) \} <$$

$$1 + (n_{do} - n_{du}) / (n_{do} - 1) \quad (1)$$

を満足することが好ましい。

【 0 0 1 3 】また、上記構成の固体撮像素子においては、レンズ層を埋める透明樹脂層が赤外吸収性を有することが好ましい。また、上記構成の固体撮像素子においては、レンズ層の下に設けた介在層が赤外吸収性を有することが好ましい。

【 0 0 1 4 】本発明のビデオカメラは、固体撮像素子と、レンズ系とからなるビデオカメラであって、上記光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】また、上記構成のビデオカメラにおいては、上記光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子を備えてなることが好ましい。

部に対応する領域ごとに行なわれるように構成することが好ましい。

【 0 0 0 9 】また、上記構成の固体撮像素子においては、素子部上にカラーフィルタ層を設け、該カラーフィルタ層上部に位置する上記レンズ層が入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域ごとに行なわれるように構成することが好ましい。

【 0 0 1 0 】また、本発明の固体撮像素子は、入射光を受けて光電変換する素子部と、該素子部の上部にマイクロレンズを有するレンズ層を備えた固体撮像素子であって、レンズ層と素子部との間に透明樹脂材料からなる介在層を設け、上記レンズ層の表面から該レンズ層の材料の屈折率よりも低い屈折率を有する透明樹脂で埋めて透明樹脂層を設け、該透明樹脂層の上に透明樹脂で凹凸形状を有する格子形状層を設けたことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】また、上記構成の固体撮像素子においては、上記レンズ層と素子部との間の介在層を上記マイクロレンズのドーム状部の材質で形成し、かつマイクロレンズが入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域ごとに行なわれるように形成することが好ましい。

【 0 0 1 2 】また、上記構成の固体撮像素子においては、素子部とレンズ層との間にカラーフィルタ層を設けることが好ましい。また、上記構成の固体撮像素子においては、マイクロレンズの屈折率を  $n_{do}$ 、マイクロレンズを埋める透明樹脂層の透明樹脂の屈折率を  $n_{du}$  とし、マイクロレンズを透明樹脂で埋めなかった場合のレンズから素子部の光線受光面までの空気中に換算した場合の距離を  $L_o$ 、マイクロレンズを屈折率  $n_{du}$  の透明樹脂で埋めた場合のレンズから素子部の光線受光面までの空気中に換算した場合の必要な距離を  $L_u$  とするとき、光学的ローパスフィルタを構成する透明樹脂層、マイクロレンズ及び光線受光面間の屈折率及び距離の関係が式、

## 【 0 0 1 6 】

【作用】本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子は、上記のように、入射光を受けて光電変換する素子部と、該素子部の上部にマイクロレンズを有するレンズ層とを備えた固体撮像素子であって、上記レンズ層の表面から該レンズ層の材料の屈折率よりも低い屈折率を有する透明樹脂で埋めた透明樹脂層を設け、該透明樹脂層の上に凹凸形状を有する格子形状層を設けている。そのため、位相格子を素子部の上部のレンズ層を作製する工程と同様の工程で作製することができ、位相格子を後付けするための位置合わせが不要となり、素子部に対する傾き及び光軸方向に対する回転方向のずれ等を発生させることなく、高い精度で位相格子を撮像素子と一体形

成することができる。その結果、位置合わせのための工程を簡略化することができ、位置ズレによる特性の変化等の不良品の発生を抑えることができ、コストを改善することができる。

【0017】上記構成の固体撮像素子において、素子部が受光部と、各受光部で発生した電荷を転送する転送部とを半導体基板上に作り込んでなり、入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域ごとに行なわれるようにレンズ層を形成する好ましい構成によれば、各受光部へ損失少なく光線を導くことができ、固体撮像素子の感度を向上させることができる。

【0018】また上記固体撮像素子においては、素子部上にカラーフィルタ層が設けられ、該カラーフィルタ層上部に位置する上記レンズ層を入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域ごとに行なわれる好ましい構成によれば、上記に加えて、カラーフィルタにより各受光部に入射する光線の波長帯を制限するので、カラー用に適する。

【0019】また、固体撮像素子であって、レンズ層と素子部との間に透明樹脂からなる介在層を設ける本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子によれば、高い精度で位相格子を撮像素子と一体形成することができるので、素子部に対する傾き及び光軸方向に対する回転方向のずれ等が発生させずに形成することができ、位置合わせのための工程の簡略化、位置ズレによる特性の変化等の不良品の発生が抑えられ、レンズ層のレンズ曲率を小さくすることができる。

【0020】上記固体撮像素子においては、上記介在層を上記マイクロレンズのドーム状部の材質で形成する好ましい構成によれば、上記作用、効果に加えて、製造工程を簡単にすることができ、製品歩留りを向上させることができる。

【0021】また、上記固体撮像素子においては、上記素子部とレンズ層との間にカラーフィルタ層を設ける好ましい構成によれば、上記作用、効果に加えて、カラー化が可能になる。

【0022】また、上記固体撮像素子の光学的ローパスフィルタが下記(1)式を満足する好ましい構成によれば、上記作用、効果に加えて、一層有効に各受光部へ光線を導くことができ、空間を最適な大きさにすることができ、効果と小形化とを両立させることができる。また、位置合わせのための工程を簡略化することができ、位置ズレによる特性の変化等の不良品の発生を抑えることができ、コストを低減することができる。

【0023】また、上記固体撮像素子のレンズ層を埋める樹脂材料が赤外吸収性を有する好ましい構成によれば、上記作用、効果に加えて、より確実に長波長成分を除去することができ、小形化することができる。

【0024】また、上記構成の固体撮像素子のレンズ層の下に設けた介在層が赤外吸収性を有する好ましい構成

によれば、上記作用、効果に加えて、長波長成分を除去することができ、小形化することができる。

【0025】本発明のビデオカメラは、固体撮像素子と、レンズ系とからなるビデオカメラであって、上記光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子を備えてなるので、位置ズレによる特性の変化等を少なくでき、信頼性を向上でき、小形化することができる。

【0026】また、上記構成のビデオカメラが、上記光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子を備えてなる好ましい構成によれば、位置ズレによる特性の変化等を少なくすることができ、信頼性を向上することができ、一層小形化することができる。

【0027】上記のように、本発明の固体撮像素子は、固体撮像素子の上に光学的ローパスフィルタの効果を有する位相格子を有し、マイクロレンズを作製する工程と同様の工程で固体撮像素子と位相格子とを一体化作製することが可能である。そのため位相格子を後付けするための位置合わせが不要となり、素子部に対する傾き及び光軸方向に対する回転方向のずれ等が発生させず、高い精度で位相格子を撮像素子と一体形成することができる。その結果、位置合わせのための工程の簡略化、位置ズレによる特性の変化等の不良品の発生を抑えることができ、コストを低減することができる。

【0028】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。図1は本発明の第1の実施例の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子の一部を示す一部破断正面図である。

【0029】図1に示すように、本実施例では、位相格子と固体撮像素子の一体化を可能とする構成として、光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子は、受光部3、3、3、、、を有する素子部1と、マイクロレンズ4a、4a、4a、、、を有するレンズ層4と、透明樹脂層5と、凹凸形状の格子形状層6とから形成されている。そして、本実施例の固体撮像素子は、従来の位相格子と同様の働きを得ることができ、厚みも従来の水晶フィルタを用いた場合よりも水晶の厚さ分の4~7mm薄くすることができる。

【0030】素子部1は、所定の受光部3、3、3、、、と、各受光部3で発生した電荷を転送する図示しない転送部が半導体基板2上に作り込まれてなっている。受光部3は、光導電形半導体、光ダイオード、トランジスタ等からなる光電変換素子を有し、入射した光を受けて光電変換を行ない、受けた光の強度に応じて電荷が発生させる。

【0031】レンズ層4は素子部1の上部に設けられ、入射光の受光部3、3、3、、、への集光が各受光部3に対応する領域ごとに行なわれるようにマイクロレンズ4a、4a、4a、、、を有している。このマイクロレンズ4aはレンズ基板4bの上面にこれと一体に形成さ

れている。レンズ層 4 の材料としてはアクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリビニルアルコール系樹脂等の透明の樹脂を用いる。レンズ層 4 から入射した光線は素子部 1 の受光部 3 の光線受光面に入る。

【0032】透明樹脂層 5 は、レンズ層 4 の屈折率よりも低い屈折率の透明樹脂により、マイクロレンズ 4 a、4 a、4 a、の表面部を埋めた充填樹脂層 5 a と、本体層 5 b とから形成されている。この透明樹脂層 5 の屈折率は、レンズ層 4 とは種類の異なる樹脂を用いることにより、また同種の樹脂で添加する材料の配合を変えることにより、低くしてレンズ層 4 との差を大きくしてもよい。これらの屈折率の差が大きいと、それだけマイクロレンズ 4 a の曲率半径を小さくでき、透明樹脂層 5 の厚みを小さくできる。

【0033】格子形状層 6 は透明樹脂層 5 の表面に突起 6 a、6 a、6 a、を格子状等の配列に設けることにより凹凸形状を形成している。この格子形状層 6 の突起 6 a の断面形状は、レンズ形状、台形状、矩形状又は角を丸めた形状等に形成されている。

【0034】素子部 1 とレンズ層 4 との間の間隙層 11 は、一体化のために上記のような透明樹脂からなり、レンズ層 4 の樹脂と同じものとしてもよい。本実施例の固体撮像素子のようにマイクロレンズ 4 a、4 a、4 a、の表面部を充填樹脂層 5 a で埋め、連続して本体層 5 b を設けているので、位相格子をマイクロレンズ 4 a と間隔を置いて配置した効果を得ることができる。さらに透明樹脂層 5 の上に格子形状層 6 を設けているので、この格子形状層 6 の突起 6 a で位相格子として効果を得ることができる。また、マイクロレンズ 4 a の屈折率と前記透明樹脂層 5 の屈折率差が小さい場合、マイクロレンズ 4 a を有するレンズ層 4 から素子部 1 までの距離を従来と同一とするとマイクロレンズ 4 a の曲率が大きくなり、マイクロレンズ 4 a の高さが大きくなってしまふ。従って、レンズ層 4 と透明樹脂層 5 との屈折率差は大きい方が好ましい。

【0035】この固体撮像素子では、位相格子を後付けする場合のように、位相格子と像面との間隔を確保するためのスペーサや位相格子及びスペーサをセンサ部分に固定するための接着剤等を必要としない構成である。また、透明樹脂層 5 及び格子形状層 6 を作製するために、レンズ層 4 のマイクロレンズ 4 a を加工するための工程とほぼ同様の工程を流用することもでき、新たな設備等の導入も不要である。

【0036】図 2 は本発明の第 2 の実施例のレンズ層 4 と透明樹脂層 5 との屈折率差が小さい組み合わせの場合の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子の一部を示す一部破断正面図である。

【0037】上記第 1 の実施例においてマイクロレンズ

4 a の屈折率と前記透明樹脂層 5 の屈折率差が小さい場合、マイクロレンズ 4 a の高さを大きくする必要があるが、そのような場合の例を示す。なお上記第 1 の実施例と同等の部分については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【0038】図 2 (a) はレンズ層 4 と透明樹脂層 5 との屈折率差が小さく、しかも素子部 1 とレンズ層 4 が従来の固体撮像素子のように比較的近い場合、レンズ形状を半球状にして曲率半径を小さく、曲率を大きくした固体撮像素子の例を示す一部破断正面図である。図 2

(b) はレンズ層 4 と素子部 1 との間に透明樹脂からなる介在層 7 を形成し、レンズ層 4 から素子部 1 までの見掛け上及び実際の距離を従来よりも大きく取るようにし、マイクロレンズ 4 a の曲率を比較的小さくすることができる固体撮像素子の例を示す一部破断正面図である。

【0039】図 2 (a) に示す光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子は、受光部 3、3、3、を有する素子部 1 と、マイクロレンズ 14 a、14 a、14 a、を有するレンズ層 4 と、透明樹脂層 5 と、凹凸形状の格子形状層 6 とから構成されている。

【0040】本実施例の固体撮像素子では、レンズ層 4 を半球状のマイクロレンズ 14 a、14 a、14 a、とレンズ基板 14 b とから形成している。そして、マイクロレンズ 14 a、14 a、14 a、の表面部を充填樹脂層 5 a で埋め、連続して本体層 5 b を設けている。この例では、介在層をマイクロレンズ 14 a の円弧部 14 c でせざるを得ない。しかしこのようにレンズを曲率を大きくボール状に作ることは製作が困難となり、限界がある。

【0041】図 2 (b) に示す光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子は、受光部 3、3、3、を有する素子部 1 と、マイクロレンズ 4 a、4 a、4 a、を有するレンズ層 4 と、透明樹脂層 5 と、凹凸形状の格子形状層 6 と、素子部 1 とレンズ層 4 との間に設けた介在層 7 とから構成されている。このように介在層 7 を付加することで、マイクロレンズ 4 a の焦点距離が長い場合に対応できる。すなわち、マイクロレンズ 4 a の曲率を小さくすることができるため、レンズ高さが形成し易い高さとなる。

【0042】なお、本実施例では介在層 7 の材料は、従来と同じくマイクロレンズの材料と同じ材料を用いても良いし、また、別の透明樹脂材料を用いても良い。この固体撮像素子は、曲率半径を比較的大きく取れるとともにレンズ層 4 と素子部 1 とを介在層 7 で一体化できるので、一層組立てが容易になり、低コストで作ることが可能となる。

【0043】図 3 は本発明の第 3 の実施例のカラー用の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子の一部を示す一部破断正面図である。本実施例の固体撮像素子は、受

光部 3、3、3、、、を有する素子部 1 と、マイクロレンズ 4 a、4 a、4 a、、、を有するレンズ層 4 と、透明樹脂層 5 と、凹凸形状の格子形状層 6 と、素子部 1 の上部に設けたカラーフィルタ層 8 とから構成されている。

【0044】この固体撮像素子は各受部 3、3、3、、、面毎に色分離を行うカラーフィルタ 9、9、9、、、を設けている点が上記第 1 の実施例と相違しているのみである。その他、第 1 の実施例の光学的ローパスフィルタ付固体撮像素子と同様に、マイクロレンズ 4 a を有するレンズ層 4 と、透明樹脂層 5 と、凹凸形状の格子形状層 6 とから形成されている。

【0045】カラーフィルタ層 8 は各受光部 3 に対応して少なくとも 1 つのカラーフィルタ 9 が樹脂層 8 a に埋め込まれて形成されている。カラーフィルタ 9 は、例えば、Cy (シアン色)、Ye (イエロー)、Mg (マゼンダ)、G (グリーン) 等の波長帯域の波長をそれぞれ透過させる特徴を有している。

【0046】この固体撮像素子は、位相格子を後付けする場合のように、位相格子と像面との間隔を確保するためのスペーサや位相格子及びスペーサをセンサ部分に固定するための接着剤等を必要としない構成である。また、透明樹脂層 5 及び格子形状層 6 を作製するために、レンズ層 4 のマイクロレンズ 4 a を加工するための工程とほぼ同様の工程を流用することもできるため新たな、設備等の導入も不要である。

【0047】図 4 は本発明の第 4 の実施例の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子の一部を示す一部破断正面図である。本実施例の固体撮像素子は、受光部 3、3、3、、、を有する素子部 1 と、マイクロレンズを有するレンズ層 4 と、透明樹脂層 5 と、凹凸形状の格子形状層 6 と、素子部 1 の上部に設けたカラーフィルタ層 8 とから構成されている。この固体撮像素子は、各受光部 3、3、3、、、面毎に色分離を行うカラーフィルタ 9、9、9 を有している点で、図 2 に示す第 2 の実施例の固体撮像素子と相違する。また、本実施例の固体撮像素子は、第 3 の実施例においてはマイクロレンズの屈折率と前記透明樹脂層 5 の屈折率差が小さい場合、マイクロレンズの高さを大きくする必要があるが、そのように形成した点で図 3 に示す第 3 の実施例の固体撮像素子と相違する。なお前記各実施例と同等の部分については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【0048】図 4 (a) はレンズ層 4 と透明樹脂層 5 との屈折率差が小さく、しかも素子部 1 とレンズ層 4 が従来の固体撮像素子のように比較的近い場合、レンズ形状をほぼ半球状にして曲率半径を小さくしたカラー用の固体撮像素子を示す一部破断正面図である。図 4 (b) はレンズ層 4 と素子部 1 との間に透明樹脂からなる介在層 7 を形成してレンズ層 4 から素子部 1 までの見掛け上及び実際の距離を従来よりも大きく取るようにし、レンズ

層 4 のマイクロレンズの曲率を小さくし、加工性を容易にしたカラー用の固体撮像素子の一部を示す一部破断正面図である。

【0049】図 4 (a) に示す光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子は、各受部 3、3、3、、、面毎に色分離を行うカラーフィルタ 9、9、9、、、を有するカラーフィルタ層 8 を素子部 1 とレンズ層 4 との間に設け、ボール状のマイクロレンズ 1 4 a とレンズ基板 1 4 b とからレンズ層 4 を形成している。このレンズ層 4 の上に透明樹脂層 5 と格子形状層 6 を順次設けている。

【0050】本例の固体撮像素子では、レンズ層 4 をボール状のマイクロレンズ 1 4 a とレンズ基板 1 4 b とから形成している。そして、透明樹脂層 5 はマイクロレンズ 1 4 a、1 4 a、1 4 a、、、の表面部を充填樹脂層 5 a で埋め、密着して本体層 5 b を設けて構成している。この例では、マイクロレンズ 1 4 a の曲率が大きくなり、加工が困難となる。その他、上記図 2 (a) に示した実施例と同様であるので説明を省略する。

【0051】図 4 (b) に示す光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子は、各受部 3、3、3、、、面毎に色分離を行うカラーフィルタ 9、9、9、、、を有するカラーフィルタ層 8 を素子部 1 の上に設け、このカラーフィルタ層 8 とレンズ層 4 との間に介在層 7 を設けている。このレンズ層 4 の上に透明樹脂層 5 と格子形状層 6 を順次設けている。その他、上記図 2 (a) に示した実施例と同様であるので説明を省略する。

【0052】この固体撮像素子は、曲率半径を比較的大きく取れるとともにレンズ層 4 と素子部 1 とを介在層 7 で一体化できるので、一層組立てが容易になり、低コストで作ることが可能となる。

【0053】なお、本発明の上記実施例にの固体撮像素子においては、さらに具体的に、下記の条件式を満たすようにすることができる。レンズ層 4 に透明樹脂層 5 を付加しない場合、すなわち、レンズ層が空气中に露出している場合のレンズ層 4 から受光部 3 の受光面までの空气中に換算した場合の距離 (マイクロレンズ 4 a、1 4 a 底面から受光部 3 までの樹脂層なしの空气中の必要距離を屈折率を考慮し、空気屈折率を 1 にした場合の距離) を  $L_0$ 、レンズ層 4 を透明樹脂層 5 で覆った場合のレンズ層 4 から受光部 3 の受光面までの空气中での距離に換算した場合の必要とする距離 (マイクロレンズ 4 a、1 4 a 底面から受光部 3 までの樹脂層 1 1 の必要な厚さを空気屈折率を 1 に換算した場合の距離) を  $L_u$ 、透明樹脂層 5 の透明樹脂の屈折率を  $n_{du}$ 、レンズ層 4 の材料の屈折率を  $n_{do}$  としたとき、マイクロレンズ 4 a の効果が透明樹脂層 5 で覆う前後でほぼ等しくなる条件を、下記 (1) 式で示す。

【0054】

$$1 - (n_{do} - n_{du}) / (n_{do} - 1) < \\ L_o \cdot (n_{do} - 1) / \{L_u \cdot (n_{do} - n_{du})\} < \\ 1 + (n_{do} - n_{du}) / (n_{do} - 1) \quad (1)$$

上記式のように、レンズ層4を屈折率 $n_{do}$ の透明樹脂層5で覆った場合、透明樹脂層5の有無で生じる関係に範囲が存在するのは、透明樹脂層5が付加されたことによってレンズの焦点距離が長くなり、焦点深度が長くなるためである。

【0055】また、レンズ層4上部にある透明樹脂層5とレンズ層4下部にある透明樹脂の介在層7との材料は、それぞれ透明な樹脂材料であり、特にレンズ層4上部にある透明樹脂層5に用いる材料は、レンズ層4を構成する材料よりも低屈折率で、硬化前はマイクロレンズ4aの隙間に流れ込み易い粘度の低いもので、硬化後は十分な強度を有するものが望ましい。例えば、樹脂層11にアクリル樹脂、レンズ層4にアクリル樹脂を用い、透明樹脂層5にポリビニルアルコール系樹脂、位相格子部6にアクリル樹脂を用い、マイクロレンズを有する固体撮像素子に位相格子を一体化して形成することができ、またマイクロレンズの曲率を加工が容易な範囲にすることができた。

【0056】また、位相格子の効果をを得るために透明樹脂層5上に凹凸形状からなる格子形状層6を形成する突起6aの材料は、透明樹脂層5の材料と同じでも良いし、マイクロレンズ4aを有するレンズ層4の材料と同じでも良いし、さらには、全く別の透明樹脂材料でもよい。ただし、望ましくは、凹凸形状を作製するために感光性樹脂であり、さらに望ましくは、加熱することにより形状に丸みを持たせることができるものである。

【0057】さらに、上記透明樹脂層5または介在層7に赤外吸収性の樹脂材料を用いることにより、さらに光学系を簡略化することが可能になる。図6は本発明の光学的ローパスフィルタ付固体撮像素子をズームレンズ系に用いたビデオカメラの一実施例の概略構成を示す構成図である。

【0058】この図6において、30は本発明の上記実施例の光学的ローパスフィルタ付固体撮像素子、31はズームレンズ、32は赤外カットフィルタである。従来のように光学的ローパスフィルタとしての水晶フィルタが不要となる。本実施例のビデオカメラは従来のものと同様の構成ができることはもちろんである。本実施例の光学的ローパスフィルタ付固体撮像素子として、上記第1～第4の実施例の各光学的ローパスフィルタ付固体撮像素子を用いることにより、従来のビデオカメラのレンズ系では撮像素子の物体側に配置されていた水晶製ローパスフィルタのための空間を4～7mm短くすることができる。

【0059】さらに、上記実施例の光学的ローパスフィルタ付固体撮像素子が透明樹脂層5または介在層7に赤外吸収性の樹脂材料を用いるものとする、図6にお

る赤外カットフィルタ32を省略し、さらに光学系を1.0～1.3mm短縮することができる。

【0060】また、赤外カットフィルタのための空間を省略する方法としては、固体撮像素子の封止ガラスに用いるようにしてもよい。図7は、本発明の光学的ローパスフィルタを用いてビデオカメラを構成した他の実施例を示す概略構成を示す構成図である。40は赤外カットの効果を含んだ光学的ローパスフィルタ付固体撮像素子、41はレンズ系であり、固体撮像素子40からの出力信号を信号処理系42で処理し、ビューファインダー43あるいは記録系44に信号を転送する。本実施例の構成は基本構成であり、付加機能を追加し、より充実したビデオカメラを構成することができることはもちろんである。

【0061】さらに、本実施例では、レンズ層から受光部までの距離が長く、マイクロレンズのレンズの開口は小さくなるため、マイクロレンズを通して受光部に入射できない光線が発生する場合がある。そこで、各受光部へ損失なく光線を導く構造として、各受光部毎にレンズ層まであるいはレンズ層に近い位置まで反射率の高い遮蔽を設け受光部外への光線の漏れ込みがないような構造を取ることで、実質的にマイクロレンズの開口数を上げることができる。あるいは、反射率の高い遮蔽の代わりに、屈折率分布をもった構造にすることによって、光線を受光部へ導くようにしてもよい。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子は、位相格子による光学的ローパスフィルタをマイクロレンズを作製する工程と同様の方法で作製することができるので、位相格子と受光部の位置合わせ精度を高くすることができ、かつ低コストで作製することができる。

【0063】また本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子からなる光学系を用いたビデオカメラは、水晶フィルタ用等の特別な空間を必要としないコンパクトな構成にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子の第1の実施例を説明する一部破断正面図である。

【図2】 本発明の光学的ローパスフィルタ付きの固体撮像素子の第2の実施例の、マイクロレンズとマイクロレンズを覆う透明材料の屈折率差が小さい場合に、レンズ層と受光部の距離を長くする例を示す一部破断正面図で、(a)はマイクロレンズをボール状に形成する例を示す一部破断正面図、(b)は透明樹脂材料を用いる例を示す一部破断正面図である。

13

【図 3】 本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子のカラーフィルタを有する第 3 の実施例を説明する一部破断正面図である。

【図 4】 本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子のカラーフィルタを有する第 4 の実施例の、マイクロレンズとマイクロレンズを覆う透明材料の屈折率差が小さい場合に、レンズ層と受光面の距離を長くする例を示す一部破断正面図で、(a) はマイクロレンズをボール状に形成する例を示す一部破断正面図、(b) は透明樹脂材料を用いる例を示す一部破断正面図である。

【図 5】 本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子を用いた場合のレンズの 1 実施例を説明する概略構成図である。

【図 6】 本発明の光学的ローパスフィルタ付き固体撮像素子を組み込んだレンズを用いたビデオカメラの 1 実施例を説明する概略構成図である。

【図 7】 従来の位相格子フィルタを一体化した撮像素

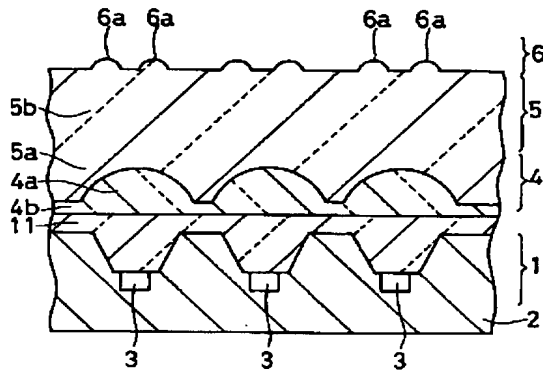
14

子を説明する概略構成の断面図である。

【符号の説明】

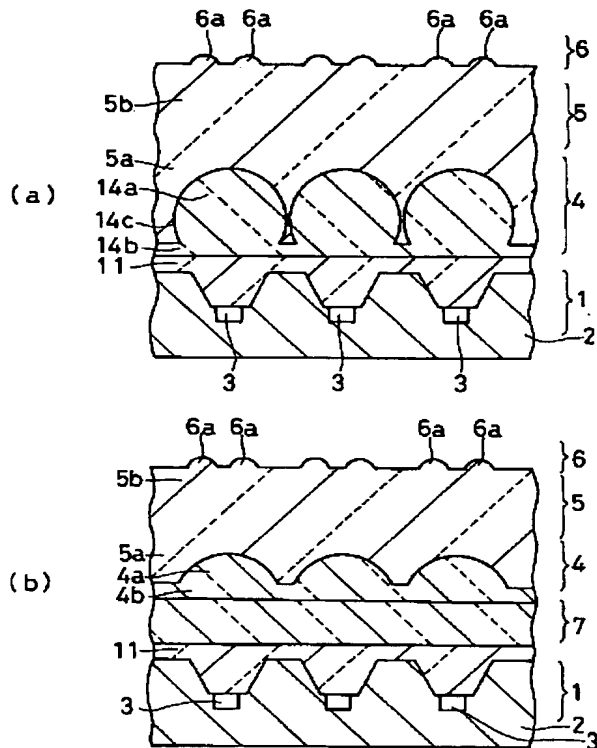
- 1 素子部
- 2 半導体基板
- 3 受光部
- 4 レンズ層
- 4 a マイクロレンズ
- 5 透明樹脂層
- 5 a 充填樹脂層
- 5 b 本体層
- 10 5 b
- 6 格子形状層
- 6 a 突起
- 7 介在層
- 8 カラーフィルター層
- 9 カラーフィルター
- 1 1 間隙層
- 1 4 a マイクロレンズ

【図 1】

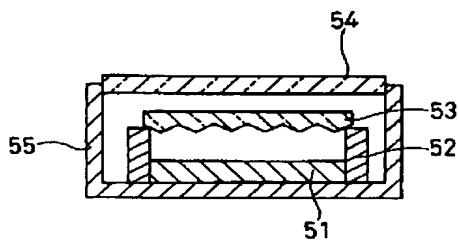


- 1 素子部
- 2 半導体基板
- 3 受光部
- 4 レンズ層
- 4 a マイクロレンズ
- 5 透明樹脂層
- 5 a 充填樹脂層
- 5 b 本体層
- 6 格子形状層
- 6 a 突起

【図 2】

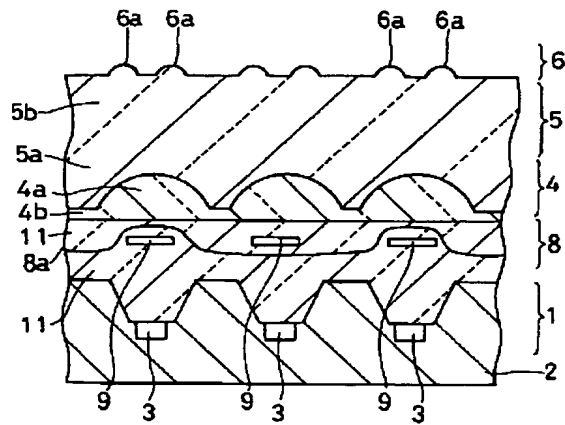


【図 7】

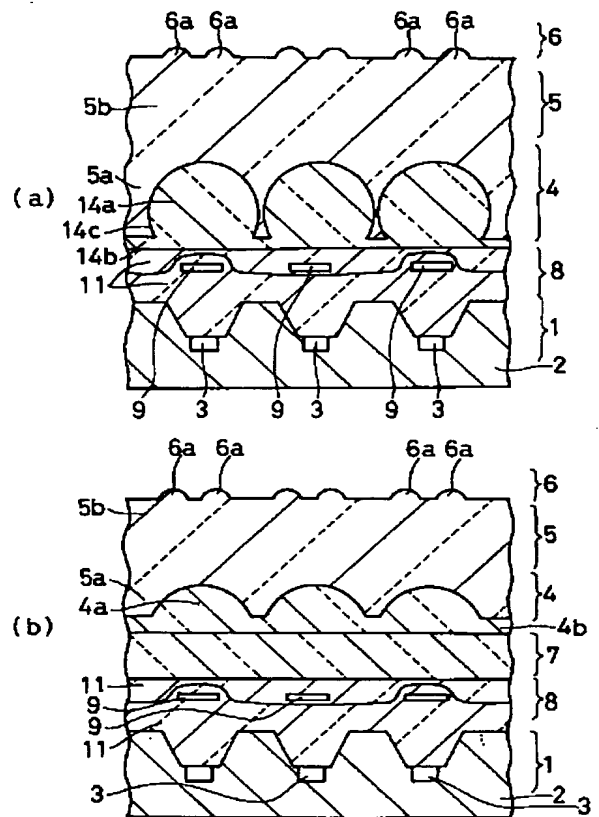




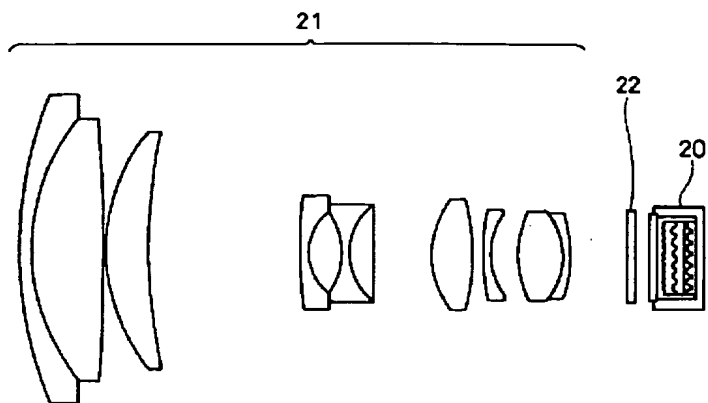
【図 3】



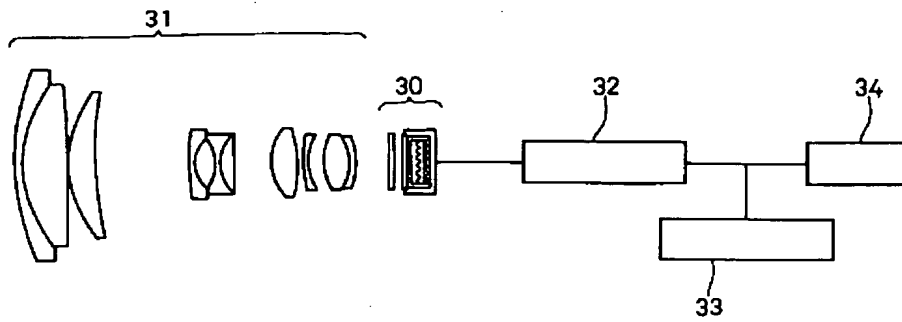
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 27/14

D